

## **Bioindicadores de Impacto Ambiental em Sistemas Agrícolas Orgânicos**

**República Federativa do Brasil**

*Luís Inácio Lula da Silva*

Presidente

**Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

*Roberto Rodrigues*

Ministro

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa**

**Conselho de Administração**

*José Amauri Dimázio*

Presidente

*Clayton Campanhola*

Vice-Presidente

*Alexandre Kalil Pires*

*Ernesto Paterniani*

*Hélio Tollini*

*Luís Fernando Rigato Vasconcelos*

Membros

**Diretoria Executiva da Embrapa**

*Clayton Campanhola*

Diretor-Presidente

*Gustavo Kauark Chianca*

*Herbert Cavalcante de Lima*

*Mariza Marilena Tanajura Luz Barbosa*

Diretores-Executivos

**Embrapa Agroindústria Tropical**

*Lucas Antonio de Sousa Leite*

Chefe-Geral

*Caetano Silva Filho*

Chefe-Adjunto de Administração

*Ricardo Elesbão Alves*

Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

*Vitor Hugo de Oliveira*

Chefe-Adjunto de Comunicação e Negócios



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1677-1915

Dezembro, 2004

## ***Documentos 93***

# **Bioindicadores de Impacto Ambiental em Sistemas Agrícolas Orgânicos**

Francisco Nelsieudes Sombra Oliveira

Francisco das Chagas Oliveira Freire

Antônio Renes Lins de Aquino

Fortaleza, CE  
2004

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Agroindústria Tropical**

Rua Dra. Sara Mesquita 2.270, Pici

CEP 60511-110 Fortaleza, CE

Caixa Postal 3761

Fone: (85) 3299-1800

Fax: (85) 3299-1803

Home page: [www.cnpat.embrapa.br](http://www.cnpat.embrapa.br)

E-mail: [negocios@cnpat.embrapa.br](mailto:negocios@cnpat.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical**

Presidente: *Valderi Vieira da Silva*

Secretário-Executivo: *Marco Aurélio da Rocha Melo*

Membros: *Henriette Monteiro Cordeiro de Azeredo, Marlos Alves Bezerra, Levi de Moura Barros, José Ednilson de Oliveira Cabral, Oscarina Maria Silva Andrade, Francisco Nelsieudes Sombra Oliveira*

Supervisor editorial: *Marco Aurélio da Rocha Melo*

Revisor de texto: *Maria Emília de Possídio Marques*

Normalização bibliográfica: *Ana Fátima Costa Pinto*

Foto da capa: *Antonio Renes Lins de Aquino*

Editoração eletrônica: *Arilo Nobre de Oliveira*

**1ª edição**

1ª impressão (2005): 100 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

CIP - Brasil. Catalogação-na-publicação

Embrapa Agroindústria Tropical

---

Oliveira, Francisco Nelsieudes Sombra

Bioindicadores de impacto ambiental em sistemas agrícolas orgânicos. / Francisco Nelsieudes Sombra Oliveira, Francisco das Chagas Oliveira Freire, Antonio Renes Lins de Aquino. - Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2004.

24 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 93).

ISSN 1677-1915

1. Meio ambiente - Conservação. 2. Impacto ambiental - Manejo. 3. Indicadores ambientais - Função. 4. Agroecologia. I. Freire, Francisco das Chagas Oliveira. II. Aquino, Antonio Renes Lins de. III. Título. IV. Série.

---

CDD 333.714

© Embrapa 2004

# **Autores**

## **Francisco Nelsieudes Sombra Oliveira**

Eng. agrôn., M.Sc., Embrapa Agroindústria Tropical  
Rua Dra. Sara Mesquita 2.270, Pici,  
CEP 60511-110, Fortaleza, CE, tel.: (85) 3299-1800  
E-mail: [sombra@cnpat.embrapa.br](mailto:sombra@cnpat.embrapa.br)

## **Francisco das Chagas Oliveira Freire**

Eng. agrôn., Ph.D., Embrapa Agroindústria Tropical  
E-mail: [freire@cnpat.embrapa.br](mailto:freire@cnpat.embrapa.br)

## **Antônio Renes Lins de Aquino**

Eng. agrôn., D.Sc., Embrapa Agroindústria Tropical  
Email: [renes@cnpat.embrapa.br](mailto:renes@cnpat.embrapa.br)

# Apresentação

Atualmente, não se concebe o desenvolvimento agrícola sem uma base técnica de conhecimentos adequada à biodiversidade e complexidade dos ecossistemas. Aqueles que defendem o modelo agrícola fundamentado em tecnologias que priorizam a produtividade, sob o uso intensivo de agroquímicos, não levam em conta ou desconsideram as relações agricultura-ambiente.

O novo padrão tecnológico deve levar em consideração o ecossistema natural, utilizando-o dentro de suas potencialidades e limitações e não compensando suas deficiências com emprego de agroquímicos com conseqüentes impactos negativos ao meio ambiente. Problemas de degradação ambiental, comprovados por diversos profissionais da área agrônômica, têm-se verificado, tanto no meio rural como no urbano, cabendo aos bioindicadores (organismos animais e vegetais), importantes aliados do homem e da natureza, indicar as mais diversas modificações no meio ambiente, tais como: degradação do solo pela erosão; degradação do ambiente pela poluição das águas e do ar, via agrotóxicos; contaminação de alimentos; aumento da resistência de ervas invasoras, doenças e pragas da agricultura tradicional; desertificação e salinização de solos pelo manejo convencional.

Diante de tais evidências, surgiu a necessidade de editar este trabalho, resultado da contribuição da Embrapa Meio Ambiente, na utilização da coleção “Educação Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável”, para atender às demandas e questionamentos de técnicos, estudantes e agricultores a respeito de organismos capazes de indicar as modificações antrópicas no meio ambiente.

Nesse sentido, a Embrapa Agroindústria Tropical, na busca do aprimoramento da agroecologia regional, estará editando futuros artigos, à medida que novos conhecimentos e resultados forem obtidos com as pesquisas nesta área.

*Lucas Antônio de Sousa Leite*

Chefe-Geral

Embrapa Agroindústria Tropical

# Sumário

<b>Introdução .....</b>	<b>9</b>
<b>Bioindicadores .....</b>	<b>10</b>
Função dos bioindicadores .....	11
<b>Bioindicadores em Sistemas Orgânicos .....</b>	<b>13</b>
<b>Impacto Ambiental Ocasionado pela Intervenção Antrópica .....</b>	<b>14</b>
<b>Erosão, um Indicador de Impacto Ambiental .....</b>	<b>17</b>
<b>Plantas Controladoras de Desequilíbrio Agrícola .....</b>	<b>18</b>
<b>Conclusões .....</b>	<b>22</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>23</b>



# Bioindicadores de Impacto Ambiental em Sistemas Agrícolas Orgânicos

---

*Francisco Nelsieudes Sombra Oliveira*

*Francisco das Chagas Oliveira Freire*

*Antônio Renes Lins de Aquino*

## Introdução

Impacto ambiental caracteriza-se pela alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, mensurada por meio de indicadores ambientais. O impacto ambiental pode ser positivo ou negativo. No primeiro caso, a alteração representa um benefício ou um ganho para todo o ecossistema, podendo o impacto ser exemplificado por reflorestamento de áreas suscetíveis à erosão; recomposição de matas ciliares; lançamento de efluentes adequadamente tratados, nos cursos d'água; repovoamento de rios e córregos, entre outros (Gomes, 2002). No caso dos impactos negativos, as formas e exemplos de ocorrência são inúmeros, podendo ser ou não visíveis a olho nu. De modo geral, o impacto ambiental negativo pode ser entendido como uma condição de deterioração ambiental, que pode ser traduzida em **degradação**, **poluição** e **contaminação**.

Quando ocorre uma alteração física no ambiente, de forte efeito visual, causada pelo homem, tem-se uma condição de **degradação**, como por exemplo desmatamento ou processo erosivo causado pela exploração mineral.

Quando se tratar de presença de substâncias ou elementos estranhos ao ambiente, tornando-o impróprio às formas de vida que normalmente abriga, significa a existência de um processo de **poluição**, evidenciada por simples análise visual, exemplificada pela presença de esgotos domésticos em mananciais, visível, também, pela cor escura da água e pelo forte odor.

Tratando-se de uma condição em que existe a presença de substância estranha em um determinado compartimento ou ser vivo (solo, água, ar, plantas e animais) tem-se a **contaminação**. Como exemplos de contaminação, tem-se a presença de agrotóxicos e produtos químicos diversos, em concentrações prejudiciais à saúde e ao meio ambiente.

Por essas razões é que, na atualidade, vive-se um período de acelerado processo de extinção das espécies, em decorrência da ação humana sobre a biosfera. O crescimento exponencial da população humana é, em última análise, a grande ameaça à biodiversidade de nosso planeta (Figueiredo, 2002). Os principais meios pelos quais a população humana ameaça a biodiversidade são a destruição direta das espécies pela caça, pesca e a destruição de habitats, entre outros.

Entende-se por **biodiversidade** a variabilidade com que se expressa a vida no planeta, em todas as suas manifestações. Além da diversidade de espécies, expressão mais corriqueira para biodiversidade, é a variabilidade genética de cada espécie, a diversidade de ecossistemas e todos os processos envolvendo os seres vivos.

A fim de suplantarmos ou reduzir os impactos negativos sobre a biodiversidade, a natureza criou seus próprios artifícios para indicar as várias modificações ocorridas no meio ambiente, chamados bioindicadores que constituem o principal objetivo deste trabalho.

## Bioindicadores

Os animais e os vegetais podem se tornar importantes aliados do homem e da natureza como indicadores ambientais, podendo indicar várias modificações ocorridas no meio ambiente, mostrando quando ele está contaminado ou sendo destruído, pela presença de produtos tóxicos no solo, na água ou no ar (Moraes, 1999), contaminação de rios, desmatamentos, derramamentos de petróleo, agrotóxicos, etc. (Andrade, 1993; Sick, 1997; citados por Almeida, 2002).

Esses seres vivos, chamados bioindicadores, aparecem em determinada cultura e em quantidade proporcional ao desequilíbrio. Podem ser animais, insetos, vegetais, fungos, bactérias, vírus e outros (Mangiéri Júnior, 2002).

## Função dos bioindicadores

Segundo Mangiéri Júnior (2002), os bioindicadores são organismos que se instalam em quantidade suficiente para incomodar. Os desavisados enxerga-os como pragas, mas, na realidade, aparecem para indicar que ali, naquele sistema, há algo errado e funcionam como sinalizadores. O excesso ou carência de algum elemento e/ou nutriente deve ser um bom indicativo de que houve um desequilíbrio no sistema agrícola.

As aves são importantes bioindicadores, por pertencerem a elos finais da cadeia alimentar. Elas tendem a concentrar metais pesados, adquiridos por meio da alimentação. Exames de aves piscívoras, nidificando em pilares da ponte Rio - Niterói, e de trinta-réis (*Sterna hirundinaceae* e *S. eurygnatha*) constataram a presença de mercúrio e zinco incorporados a seus tecidos musculares.

O declínio de aves de rapina que se alimentam de aves e peixes, ocorrente na Europa e nos Estados Unidos, é um forte indicador de resíduos de agrotóxicos que se encontram acumulados nesses animais. A espécie *Falco peregrinus*, atualmente considerada em risco de extinção, também, é um bom exemplo de contaminação por inseticidas organoclorados, acumulados, principalmente, na gordura e nos ovos das aves (Witeck, 1988, citado por Almeida, 2002).

As aves estão entre os animais mais eficazes como indicadores da qualidade do meio ambiente. Já mostraram sua capacidade em detectar poluentes ambientais, sobretudo os novos tipos de poluentes químicos, que não deixam resíduos, sendo notados apenas pelo impacto biológico. Por essa razão, são essenciais como indicadores do meio ambiente. Seu potencial de detecção rápida de danos materiais ao meio ambiente é, talvez, o argumento mais interessante a favor das aves atualmente (Andrade, 1993, citado por Almeida, 2002).

O “soldadinho” (*Antilophia galeatae*), uma ave bioindicadora de matas de boa qualidade, se adapta a fragmentos florestais, desde que não ocorra ação antrópica, conforme a Fig. 1 (Almeida, 2002).

Invertebrados podem se tornar bons bioindicadores. Um exemplo disso são os líquens, uma simbiose entre um fungo e uma alga, que não pertencem ao reino animal, mas desempenham um importante papel como indicadores de qualidade do ar, pois não conseguem se desenvolver em ambiente poluído (Almeida, 2002).

Insetos diurnos, como libélulas com larvas aquáticas ou adultos alados (Odonata), gafanhotos, grilos e bichos-pau mastigadores de folhas (Orthoptera), cigarras e cigarrinhas (Homóptera), borboletas e mariposas (Lepidóptera), besouros detritívoros (Coleóptera), dentre outros, são avaliados

na sua utilidade como indicadores de mudanças de recursos de elementos físicos de pequenos habitats dentro de matas ciliares, conforme Rodrigues & Leitão Filho (2000), citados por Almeida (2002).



**Fig. 1.** "Soldadinho" (*Anthilophia galeata*), bioindicador de matas de boa qualidade.

Observa-se, dessa forma, que a preservação da biodiversidade é muito importante para a manutenção de espécies bioindicadoras, já que se apresentam contidas nas espécies e nos alertam sobre os riscos que se pode correr, caso não haja um controle adequado para evitá-los.

De acordo com Carvalho (2002), citado por Hammes (2002), a natureza utiliza muito o trabalho cooperado, a exemplo da gralha-azul, que derruba as sementes do pinheiro-do-paraná, e da gralha-picaça, que as semeia, enterrando os pinhões para comê-los mais tarde.

O araticum-cagão (*Annona cagans* Warm) não brotaria se não fossem as antas. Os peixes frugívoros, como o lambari, atuam como agentes dispersores de sementes de espécies que nascem nas margens dos rios, como o branquinho (*Sebastiania commersoniana* Smith & Downs). É dessa forma que muitas sementes viram árvores. Todas as semanas elas precisam "viajar", sair de perto da árvore-mãe, pois sob ela há muita sombra. Além dos animais, o vento e a enxurrada também auxiliam na dispersão das sementes. O araribá (*Centrolobium tomentosum* Guill ex Benth) tem uma espécie de asa lateral. O bugio é um grande plantador de mandiocão, usado para fazer palitos de fósforo.

A destruição de uma árvore interrompe ou altera a cadeia alimentar. Assim, uma floresta precisa de muitos tipos de animais, para que todos os seres vivos estejam em equilíbrio. A essa riqueza chama-se biodiversidade (Hammes, 2002).

Bioindicadores em sistemas orgânicos

Conforme a Tabela 1, apresentam-se exemplos de plantas indicadoras de impacto ambiental.

Tabela 1. Plantas indicadoras e sinalizadoras de impacto ambiental. Fortaleza, 2003.

Planta sinalizadora	Indicador do impacto
Amendoim-bravo ( <i>Enphorbia euphorbiaceae</i> L.)	Carência de molibidênio (Mo) e cobre (Cu)
Barba-de-bode ( <i>Aristida pallens</i> L.)	Ocorrência de queimadas anuais
Beldroega ( <i>Portulaca oleracea</i> L.)	Solo fértil e protegido
Capim-carrapicho ( <i>Cenchrus echinatus</i> L.)	Campos agrícolas erodidos e compactados
Capim-marmelada ( <i>Brachiaria plantaginea</i> ) Link	Indicam solos excessivamente aradados e com deficiência de zinco
Capim-arroz ( <i>Echinochloa colonum</i> L.) Link	Horizonte superficial sem oxigenação
Capim-caninha	Solo úmido com carência de fósforo
Capim-colchão ( <i>Digitaria horizontalis</i> wills)	Solo com deficiência de potássio
Capim-sopé ( <i>Imperata exaltata</i> L.)	Indicam solo com pH muito ácido (4,0 a 4,5)
Carrapicho-de-carneiro ( <i>Acanthospermum hispidum</i> DC)	Carência de cálcio
Guaxuma ( <i>Sida cordifolia</i> L.)	Solo erodido e presença de camada impermeável
Gramma-seda ( <i>Cynodon dactylon</i> L.)	Solo muito compactado
Língua-de-vaca ( <i>Rumex obtusifolius</i> L.)	Solos compactados e encharcados
Nabo-bravo ( <i>Raphanus raphanistrum</i> L.)	Carência de boro e manganês Maria mole ( <i>Commelina benghalensis</i> L.)
Maria-mole	Solo excessivamente drenado. Fácil lixiviação
Papoula ( <i>Argemone mexicana</i> L.)	Excesso de cálcio
Picão-preto ( <i>Bidens pilosa</i> L.)	Solos de média fertilidade e muito cultivados
Picão-bravo	Lavoura antiga e carência de cobre
Samambaia	Excesso de alumínio
Urtiga ( <i>Stachys arvensis</i> L.)	Excesso de nitrogênio e falta de cobre
Tiririca ( <i>Cyperus rotundus</i> L.)	Solo ácido, adensado, anaeróbico e carência de manganês

Segundo Maia (2002), uma das práticas mais simples para melhorar o solo é a rotação de culturas com leguminosas e gramíneas que, há milênios, os chineses, gregos e egípcios adotaram com excelentes resultados. Deve-se evitar o abandono dessas áreas e a migração para outras. O correto é recuperá-las e utilizá-las de maneira regenerativa e com um manejo ecológico.

Na Tabela 2, são apresentados alguns animais sinalizadores de impactos e seus indicadores. Há uma infinidade de bioindicadores, que variam de acordo com o clima e o relevo da região. A correção dos desequilíbrios deve ser criteriosa e feita com muita cautela para não causar um segundo desequilíbrio, que, por sua vez, terá que ser corrigido.

**Tabela 2.** Relação de animais bioindicadores de impactos ambientais e seus indicadores. Mangiéri Júnior (2002).

Animal sinalizador	Indicadores do impacto
Muita aranha	Poucos pássaros predadores ou excesso de agrotóxicos; local pouco sombreado
Muito carrapato	Poucas aves predadoras; excesso de sombreamento; pasto muito alto; excesso de umidade
Cigarrinhas	Pasto alto e úmido; poucos animais no lote
Muitos bernes/bicheira	Excesso de matéria orgânica em decomposição, sem a devida cobertura
Carência de besouro “rola-bosta”	Resíduos de agrotóxicos nas fezes dos animais <sup>(1)</sup>
Ausência de abelhas	Resíduos de agrotóxicos

<sup>(1)</sup>O besouro “rola-bosta” se reproduz nas fezes dos animais, escavando-as e levando seus resíduos para dentro da terra, operação que promove a aeração do solo e a incorporação de matéria orgânica (Mangiéri Júnior, 2002).

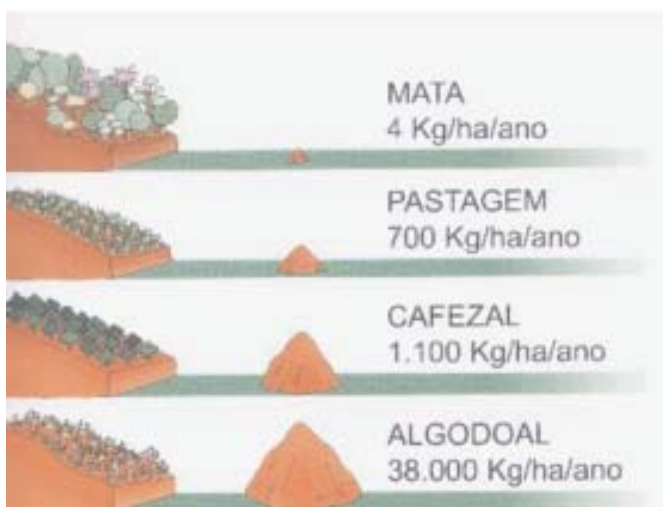
## Impacto Ambiental

Na opinião de Hammes (2002), o impacto ambiental ocasionado pelas intervenções antrópicas é o conjunto de efeitos sobre os diversas componentes ambientais, que corresponde aos aspectos do meio físico, social, econômico, político e cultural, relacionados à presença do homem.

Toda intervenção antrópica produz efeitos que devem ser analisados um a um para que se possa avaliar a magnitude de suas conseqüências no tempo, no espaço, na paisagem, nas alterações de comportamento das pessoas da comunidade, e depois relacioná-las.

Na Tabela 3, é apresentada uma seqüência de efeitos, que redundam na redução da biodiversidade e deterioração da paisagem, do solo e das águas, como demonstração de que os problemas de água e energia são efeitos de outros impactos.

Normalmente, o desmatamento e a queimada são as principais intervenções no processo de ocupação de uma área. Quando ocorre a destruição da vegetação, perda da biodiversidade do solo e de suas características físicas, químicas e biológicas, o processo erosivo do solo evolui rapidamente, como observado na Fig. 2.



**Fig. 2.** Perdas de solo pela erosão, em intensidade, de acordo com o uso da terra (Lepseh, 1982).

Na Tabela 3, são apresentadas as seqüências de efeitos negativos de algumas atividades de uso e ocupação do solo, com a freqüência no processo de adequação ambiental pela interferência direta do homem (Hammes, 2002).

**Tabela 3.** Seqüências de alguns impactos ambientais negativos promovidos pelo uso e ocupação do solo (Hammes, 2002).

Uso e ocupação do solo	Seqüência de efeitos ambientais prováveis
Ocupação urbana	Super povoamento → desmatamento → remoção de atrativos naturais → vandalismo → lixo e esgoto → contaminação de águas → redução e deterioração da paisagem natural → morte ou alteração da biota aquática → redução da disponibilidade de água potável.
Agricultura	Desmatamento e queimada → destruição de fauna e flora → alteração da qualidade estética da natureza (paisagem) → eliminação de habitat de espécies animais → morte da biota do solo.
Pecuária	Efluentes ou fezes e urina ou adubo → eutrofização das águas → contaminantes das águas superficiais → deterioração da qualidade da água → morte da biota aquática.
Piscicultura	Repovoamento com espécies exóticas → eutrofização das águas → alteração na biota aquática.
Silvicultura	Solo exposto → perda do solo → perda de nutrientes e vida do solo → assoreamento → eutrofização dos cursos d’água.
Mineração	Desmatamento → perda da biodiversidade → remoção da vegetação ciliar → alteração da função material do solo → assoreamento → morte ou alteração da biota aquática.
Indústria	Remoção da cobertura vegetal → alteração da estética da paisagem → ruído → eliminação de habitat → aumento de efluentes → poluição do ar → contaminação das águas → eutrofização das águas → deterioração da qualidade da água → morte ou alteração da biota aquática.
Rede viária	Desmatamento → escoamento das águas pluviais → erosão do solo → ocupação não planejada do espaço geográfico.
Turismo	Trilha: pisoteio → destruição de cobertura vegetal → compactação do solo → aumento da sensibilidade à erosão.



Nem sempre se analisa plenamente o impacto ambiental, como por exemplo, os efeitos físicos das queimadas na agricultura convencional, que poluem o ar e dificultam a visibilidade. Na litosfera os efeitos são mais evidentes, como a desertificação, erosão, além da perda da capacidade produtiva da terra. A hidrosfera sofre, ainda, a eutrofização das águas, assoreamento dos rios, canais e represas, refletindo-se na biodiversidade e extinção de espécies aquáticas (Hammes, 2002).

## **Erosão, um Indicador de Impacto Ambiental**

Já foi comentada a importância das espécies bioindicadoras de impactos ambientais. No entanto, existem processos naturais provocados pela presença humana, capazes de provocar impactos ambientais.

A visualização de processos erosivos do solo é um bom indicador de que a utilização do espaço está em desacordo com as premissas conservacionistas do desenvolvimento sustentável.

**Erosão** é o nome dado ao processo de retirada de material, solo ou rocha, pelas águas ou pelo vento. A erosão é um processo natural, sendo o relevo, o resultado, em grande parte, do processo erosivo.

Segundo Filizola (2002), a erosão, na maioria das vezes, se inicia com um grave problema no solo, chamado compactação, provocado pelo uso inadequado de máquinas pesadas, e ocorre, geralmente, na profundidade de 20 a 60 cm. A erosão é extremamente danosa, pois, nesse processo, o solo das partes mais altas do relevo vai sendo arrastado, removido para as baixadas e cursos d'água. Ao cair sobre o solo descoberto, a chuva provoca a desagregação de suas partículas, pelo impacto causado pelas gotas. A argila do solo, em contato com a água, é dispersada, em maior ou menor quantidade, podendo ser levada pela água corrente.

A erosão do solo intensifica o assoreamento, provocando grandes prejuízos ao agricultor. Prejudica a respiração dos peixes, com o entupimento das brânquias, e, conforme a natureza dos efluentes, altera o conjunto de seres vivos que habitam o fundo das águas salgadas e doces, de onde pouco se deslocam (Hammes, 2002).

A erosão laminar ocorre, na maioria das vezes, sem que o agricultor perceba, mesmo em área pouco declivosa, quando a superfície do solo foi desprotegida de cobertura vegetal. Frequentemente, isso pode ser observado ao longo das rodovias, ao se examinarem as raízes de árvores expostas. A enxurrada leva consigo não só a terra, sementes, adubos, o trabalho do agricultor, mas também casas e vidas nas áreas urbanas.

Enfim, a erosão é um forte indicador que, qualquer que seja a estratégia de desenvolvimento, deverá levar em consideração os aspectos de conservação do meio físico. Mesmo que o sistema de exploração seja orgânico ou agroecológico, o manejo conservacionista do solo deve ser observado.

## **Plantas Controladoras de Desequilíbrio Agrícola**

Pesquisas revelam que dentre os sistemas de produção existentes, o orgânico é o que apresenta maior biodiversidade nos solos. Também, é o que oferece a mais alta reserva de matéria orgânica ativa, com maior potencial para as transformações de nutrientes do solo. Além disso, esse sistema detém a maior abundância de minhocas e artrópodes benéficos no solo (Campanhola & Valarini, 2001).

No entanto, na agricultura orgânica é muito comum o desequilíbrio de organismo agrícola e, em consequência, algumas populações se desenvolvem de maneira descontrolada, a princípio, com intuito de levar ao conhecimento do agricultor que algo está errado (Mangiéri Júnior, 2002).

Esses desajustes são bastante frequentes no organismo agrícola quando a propriedade está na transição, entre agricultura convencional e a orgânica ou biodinâmica ou natural. Esses desequilíbrios precisam ser corrigidos, mas sem o uso de pesticidas e agrotóxicos convencionais. Isso deve fazer parte dessa etapa da transição.

Segundo Mangiéri Júnior (2002), não basta apenas combater as ditas “pragas”. Elas voltarão em maior número, se o ambiente agrícola não estiver diversificado e reequilibrado. O surgimento de doenças é apenas um sintoma de que o solo adoeceu (ou ainda não está revigorado após anos de agricultura convencional). Não se combatem “doenças e pragas” sem antes restaurar a vida do solo e promover a diversidade biológica do agroambiente.

É importante observar que as práticas de preparo de solo, dependendo da duração e intensidade das aplicações, podem promover um desequilíbrio no banco de sementes, como também exaurir quimicamente o solo. Ambos os processos levam a diminuição da diversidade e população das plantas espontâneas. Isso é mostrado no trabalho de Araújo et al. (2000). Cardina et al., citado por Carmona (1992), observaram que o contínuo preparo do solo durante 25 anos, resulta em desequilíbrio na diversidade de espécies em diferentes solos.

Devido a competição por nutrientes, luz, água, ar e efeitos alelopáticos a cobertura verde ou morta tem sido amplamente utilizada no controle de plantas invasoras. Segundo Lorenzi (1984), o feijão-de-porco e a mucuna-preta exercem ação controladora sobre o tiririca (*Cyperus rotundos*); a mucuna-preta age também sobre o picão-preto (*Bidens pilosa*), destacando, ainda, a ação da palhada de várias espécies de invasoras. Oliveira et al. (2000), também constataram a inibição da tiririca por meio do uso de feijão-de-porco e mucuna-preta, durante um período de 60 meses, em solo de Tabuleiro Costeiro cultivado com cajueiro-anão precoce.

Favero (1998) observou que o uso de leguminosas provocou a diminuição na produção total de massa pelas plantas invasoras, porém ocasionou um aumento da biodiversidade e ainda uma maior produção de biomassa por algumas espécies. Esse aumento na biodiversidade, provavelmente decorre de melhorias nas condições edáficas promovidas pelas leguminosas.

Estudos recentes apontam as plantas ditas daninhas, invasoras que supostamente competem com a cultura, como companheira benéfica e indicadora (bioindicadora) em várias situações de manejo de um organismo vivo, segundo os exemplos da Tabela 4.

Plantas invasoras nem sempre são daninhas, por várias razões: podem trazer nutrientes de camadas profundas para a superfície do solo; podem vencer camadas compactadas do solo, favorecendo as culturas; podem melhorar a aeração e a retenção de água pelo solo; protegem o solo da erosão e da insolação excessiva; incorporam matéria orgânica ao solo; são boas indicadoras das qualidades dos solos e das práticas agrícolas; podem ajudar no controle biológico de pragas; podem ser usadas em compostagem; muitas delas são comestíveis e de valor comercial (Paschoal, 1994).

**Tabela 4.** Plantas biocontroladoras de pragas e doenças em sistemas agrícolas orgânicos (Mangiéri Júnior, 2002).

Plantas biocontroladoras ou repelentes	
Nome popular	Bioutilização
Alfafa	Combate mosquitos
Alfavaca	Inseticida contra moscas e mosquitos
Angico	Combate saúvas
Erva-doce	Repelente de traças
Arruda	Inseticida de pulgões e cochonilhas
Cebola ou cebolinha verde	Repele vaquinha, combate pulgões e lagartas
Chagas, capuchinho	Repelente de nematóides
Chuchu	Atrativo de lesmas e caracóis
Coentro	Combate ácaros e pulgões
Cravo-de-defunto	Nematicida e repelente de pulgões
Crotalária	Combate nematóides
Estramônio	Em infusão controla lagartas
Eucalipto	Folhas são inseticidas de grãos armazenados
Gergelim	Controle de saúva; plantio ao redor da planta
Gerânio	Repelente de insetos nas hortas
Girassol	Inseticida / repelente
Hortelã ou menta	Repele formigas e ratos
Manjeriço	Inseticida em geral
Mamoeiro	Controla ferrugem do cafeeiro
Mamona	Repele moscas e outros insetos
Maria-preta	Armadilha para broca-da-gravioleira
Melão-de-são-caetano	Inseticida
Nim (extrato)	Inseticida em geral
Pimenta	Repelente de insetos
Samambaia	Contra ácaros, cochonilhas e pulgões
Tomateiro	Inseticida de pulgões (folhas e talos)
Tomilho	Repelente de pulgões e percevejos
Urtiga	Contra pulgas e fungos das plantas

Existe, ainda, na natureza um grande número de plantas que funcionam como inibidores de ervas incompatíveis com as culturas que são exploradas em sistemas agrícolas orgânicos ou não. São chamadas plantas alelopáticas.

**Alelopatia** - É a inibição química exercida por uma planta (viva ou morta), sobre a germinação ou desenvolvimento de outras. O agente causal é um grupo de substâncias secretadas da parte aérea ou subterrânea das plantas em desenvolvimento ou liberadas pelo material vegetal (palhada) em decomposição. Esse fenômeno é generalizado em todo o reino vegetal e o caso mais expressivo e conhecido é o dos antibióticos, em que substâncias químicas são produzidas por microrganismos (fungos) para inibir outros microrganismos (bactérias) (Lorenzi, 1990), Tabela 5.

**Tabela 5.** Controle de plantas invasoras promovido por plantas alelopáticas. Lorenzi, 1990.

Plantas alelopáticas	Invasoras controladas
Aveia-preta	Capim-marmelada, amendoim-bravo e picão-preto
Azevém e cravo-de-defunto	Guaxuma, amendoim-bravo, corda-de-violão e caruru
<i>Crotalaria juncea</i> e <i>Mucuna</i> sp.	Tiririca, picão-preto e sapé
Palha de trigo	Mata-pasto
<i>Calopogon muconoides</i>	Guaxuma e assa-peixe

Observa-se, assim, que nos sistemas agrícolas orgânicos ou naturais, o melhor remédio é o manejo. Implantado adequadamente, minimiza, em muito, o uso de remédios e agrotóxicos. Sabe-se que existem momentos quando, por alguma razão, o organismo agrícola ou, todo o sistema se desequilibra e, nessas horas, precisa-se conter o avanço, de pronto, de determinado indicador ou bioindicador do desequilíbrio ou impacto ambiental, seja ele uma planta ou um fungo nos vegetais: carrapatos, mosca-do-chifre, mamites ou verrugas em animais.

Somente o manejo adequado e no momento certo será capaz de manter o desenvolvimento sustentado dos sistemas agrícolas, com a ajuda dos indicadores de desequilíbrios ambientais.

## **Conclusões**

- A biodiversidade dos ecossistemas está ameaçada pela ação direta da população humana.
- Os bioindicadores são importantes aliados da natureza ao indicar os impactos ou desequilíbrios provocados contra o meio ambiente.
- As aves estão entre os animais mais eficazes como bioindicadores da qualidade do meio ambiente.
- Os impactos ambientais estão crescendo na frequência direta da ocupação e uso do solo pela interferência direta do homem.
- A erosão do solo se constitui em um forte indicador de impacto ambiental promovido pelo mal uso da terra em sistemas agrícolas.
- Sistemas agrícolas desequilibrados podem ser revigorados por meio do uso de plantas controladoras que funcionam com bioinseticidas ou repelentes.
- O manejo adequado ainda se constitui numa alternativa bastante eficaz na manutenção de sistemas agrícolas com sustentabilidade biológica, econômica e social.

## Referências Bibliográficas

ALMEIDA, M.C. de. Bioindicadores. In: HAMMES, V.S. (Org.) **Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. v.4, p. 47-50.

ARAÚJO, E.A.; ALECHANDRE, A.S.; PAIVA, M.S. Estudo preliminar de ocorrência de plantas espontâneas em dois sistemas agroflorestais no Estado do Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3., 2000, Manaus. **Sistemas agroflorestais: manejando a biodiversidade e compondo a paisagem rural: resumos expandidos**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p.186-188.

CAMPANHOLA, C.; VALARINI, P.J. Agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. **Cadernos de Ciências e Tecnologia**, Brasília, v.18, n.3, p.69-101, 2001.

CARMONA, R. Problemática e manejo bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.10, n.1/2, p. 5-16, 1992.

FAVERO, C. **Potencial de plantas espontâneas e de leguminosas para adubação verde**. 1998. 80 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

FIGUEIREDO, L.F.A. de. Perda da biodiversidade In: HAMMES, V.S. (Org.) **Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. v.4, p.44-46.

FILIZOLA, H.F. Compactação e erosão do solo. In: HAMMES, V.S. (Org.) **Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. v.4, p.38-39.

GOMES, M.A.F. Importância das águas superficiais e subterrâneas. In: HAMMES, V.S. (Org.). **Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. v.4, p.35-37.

HAMMES, V.S. Julgar, percepção do impacto ambiental. In: HAMMES, V.S. (Org.).

**Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. v.2. p.71-75.

HAMMES, V.S. Erosão, um indicador de impacto ambiental. In: HAMMES, V.S. (Org.). **Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. v.4. p. 40-43.

HAMMES, V.S. Corredores de mata. In: HAMMES, V.S. (Org.). **Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. v.5. p.31-33.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas:** plantio direto e convencional. 3.ed. Nova Odessa: Plantarum, 1990. 240p.

LORENZI, H. Inibição alelopática de plantas daninhas. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Adubação verde no Brasil.** Campinas, 1984. p.183-198.

MAIA, J.C.B. Diagnóstico da propriedade. In: HAMMES, V.S. (Org.). **Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. v.3. p.112-113.

MANGIÉRI JUNIOR, R. Bioindicadores de impacto em sistemas orgânicos. In: HAMMES, V.S. (Org.). **Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. v.4. p.100-101.

MANGIÉRI JUNIOR, R. Controle natural de doenças e pragas agrícolas. In: HAMMES, V.S. (Org.) **Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. v.5. p. 92-94.

MORAIS, M.B. Introdução em aves cativas. **Melopsittacus**, Belo Horizonte, v.2, n. 2/4, p.67-68, 1999.

OLIVEIRA, F.N.S.; LIMA, A.A.C.; AQUINO, A.R.L. de; COSTA, J.B.A. **Adubação verde com leguminosas em pomares de cajueiro anão precoce.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. 19p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa, 31).

PASCHOAL, A.D. **Produção orgânica de alimentos:** agricultura sustentável para os séculos XX e XXI. Piracicaba: ESALQ, 1994, 191p.

RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. **Matas ciliares:** conservação e recuperação. São Paulo: Edusp, 2000. 320p.





---

*Agroindústria Tropical*